

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JC930 U.S. PTO

09/717129



11/22/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 5月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-149412

出 願 人

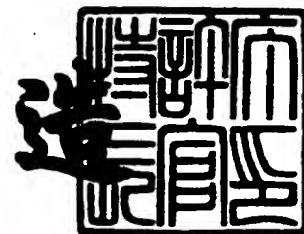
Applicant (s):

富士通株式会社

2000年 9月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3073885

【書類名】 特許願

【整理番号】 9903265

【提出日】 平成12年 5月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/26

【発明の名称】 光合波装置および光合波方法

【請求項の数】 4

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 須賀 勝彦

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 槇 孝徳

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100078330

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 笹島 富二雄

    【電話番号】 03-3508-9577

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 009232

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

【物件名】            要約書    1

【包括委任状番号】   9719433

【ブルーフの要否】    要

【書類名】明細書

【発明の名称】光合波装置および光合波方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】波長の異なる複数の光信号を合波する光合波装置において、

隣り合う波長についての直線偏波の方向を相違させて入力される複数の光信号のうちで、波長の長さに応じて順に付した波長番号が奇数に該当する各光信号を、各々の偏波状態を保持して合波する第 1 光合波手段と、

前記複数の光信号のうちで、前記波長番号が偶数に該当する各光信号を、各々の偏波状態を保持して合波する第 2 光合波手段と、

奇数番目の各波長を中心とする透過波長帯を含み、かつ、該各透過波長帯の帯域幅が前記第 1 光合波手段の有するフィルタ特性の当該帯域幅よりも狭いフィルタ特性に従って、前記第 1 光合波手段で合波された光信号をフィルタリングする第 1 入力部と、偶数番目の各波長を中心とする透過波長帯を含み、かつ、該各透過波長帯の帯域幅が前記第 2 光合波手段の有するフィルタ特性の当該帯域幅よりも狭いフィルタ特性に従って、前記第 2 光合波手段で合波された光信号をフィルタリングする第 2 入力部と、前記第 1 入力部から出力される光信号および前記第 2 入力部から出力される光信号を合波して出力する出力部と、を有する第 3 光合波手段と、を備えて構成されたことを特徴とする光合波装置。

【請求項 2】請求項 1 に記載の光合波装置であって、

前記複数の光信号は、隣り合う波長についての直線偏波の方向を直交させて入力されることを特徴とする光合波装置。

【請求項 3】請求項 1 に記載の光合波装置であって、

前記第 3 光合波手段が、偏波状態を保持する機能を備えたことを特徴とする光合波装置。

【請求項 4】波長の異なる複数の光信号を合波する光合波方法において、

隣り合う波長についての直線偏波の方向を相違させた複数の光信号のうちで、波長の長さに応じて順に付した波長番号が奇数に該当する各光信号を、各々の偏波状態を保持して合波する第 1 光合波過程と、

前記複数の光信号のうちで、前記波長番号が偶数に該当する各光信号を、各々

の偏波状態を保持して合波する第 2 光合波過程と、

奇数番目の各波長を中心とする透過波長帯を含み、かつ、該各透過波長帯の帯域幅が前記第 1 光合波手段の有するフィルタ特性の当該帯域幅よりも狭いフィルタ特性に従って、前記第 1 光合波過程で合波された光信号をフィルタリングするとともに、偶数番目の各波長を中心とする透過波長帯を含み、かつ、該各透過波長帯の帯域幅が前記第 2 光合波手段の有するフィルタ特性の当該帯域幅よりも狭いフィルタ特性に従って、前記第 2 光合波手段で合波された光信号をフィルタリングし、該フィルタリングされた各光信号を合波して出力する第 3 光合波過程と、を含んでなることを特徴とする光合波方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長の異なる複数の光信号を合波する光合波技術に関し、特に、波長間隔の狭い複数の光信号を簡略な構成により確実に合波する光合波装置および光合波方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年の光通信においては、伝送容量の大容量化が望まれていて、その 1 つの手段として波長多重 (WDM) 方式の開発が進められている。一般に、WDM 方式による光伝送システムでは、複数の波長の光信号が 1 本の光伝送路により伝送され、該光伝送路を伝わる複数の波長の光信号が、光増幅器により増幅等されながら各々の波長に応じて分波または合波されて、所望の端局まで伝送される。

【0003】

このような WDM 方式による光伝送システムにおいては、複数の光信号の波長間隔 (チャンネル間隔) を狭くして、伝送容量のさらなる大容量化を実現させる開発も進められていて、例えば、波長間隔を 100GHz から 50GHz に狭くしたシステムなどが提案されている。上記のような光伝送システムでは、伝送帯域が広く、チャンネル間のクロストークが発生せず、光信号の合波および分波が波長に応じて確実にできる技術が必要となる。

## 【 0 0 0 4 】

狭い波長間隔の光信号の合波を目的とした従来の光合波技術としては、例えば、特許第 1 4 2 7 2 8 5 号公報に記載されたものなどがある。この従来技術は、波長依存性のある光合波回路と、波長依存性のない光合波回路の組み合わせで構成されていて、例えば、波長依存性のある第 1 の光合波回路で 1 つおきの波長の光を合波し、波長依存性のある第 2 の光合波回路で残りの波長の光を合波した後に、これら第 1、第 2 の光合波回路の出力光を波長依存性のない光合波回路で合波するものである。

## 【 0 0 0 5 】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、合波する光信号の波長間隔が例えば 5 0 G H z 等といったような非常に狭い間隔に設定されるようになると、チャンネル間におけるクロストークの発生とともに非線形光学効果の影響が問題となる。具体的には、5 0 G H z の波長間隔において隣り合う波長の光信号が同じ偏波状態にある場合、各々の光信号のパワーは 4 光波混合等の非線形光学効果の影響を受け易いレベルにあると考えられる。この非線形光学効果の影響を緩和するためには、隣り合う波長の偏波状態を異ならせることが有効であり、特に、偏波直交方式の採用が効果的である。

## 【 0 0 0 6 】

しかしながら、波長間隔の狭い光信号の各々の偏波状態を保持しながら合波することは容易ではない。例えば、アレイ導波路格子 (Arrayed Waveguide Grating 以下 A W G とする) 等の既存の光デバイスを考えた場合、偏波の揃った複数の光信号を偏波保持して合波することは比較的簡単であるが、偏波が互いに異なっている場合にはその実現が非常に難しい。たとえ、そのような光信号の合波が可能な光デバイスが実現されたとしても、それは非常に高価なものになってしまうと考えられる。

## 【 0 0 0 7 】

また、偏波直交方式を採用することで非線形光学効果の影響が緩和されても、各光信号を合波する光デバイスのフィルタ特性のきれが十分でないと、波長間隔の減少に伴ってチャンネル間クロストークが発生し、伝送特性が劣化してしまうと

いう問題が生じる。なお、ここで言うフィルタ特性のきれがよいとは、フィルタの透過波長帯の帯域幅が十分に狭いことを意味している。

【0008】

前述の特許第1427285号公報に記載された従来の光合波技術においては、隣り合う波長の光信号について直交偏波の状態を保持しながら合波する内容が開示されており、波長間隔の減少に伴う非線形光学効果の影響を低減させることは可能であるが、チャンネル間におけるクロストークの発生までを十分に抑圧することは難しい。すなわち、この従来技術では、第1、2の光合波回路として干渉膜型の光デバイスを用いているが、一般に、干渉膜型の光デバイスはフィルタ特性のきれがよくないため、対応可能な波長間隔には限界がある。波長間隔が50GHz程度まで狭くなると、その2倍の波長間隔を有する光デバイスを第1、2の光合波回路に適用可能であるとはいっても、第3の光合波回路についてクロストークの発生を抑圧する工夫を特に施すことなく直交偏波の1組の光信号を単に合波しただけでは、クロストークによる伝送特性の劣化を回避することは難しいものと考えられる。

【0009】

本発明は上記の点に着目してなされたもので、波長間隔の狭い複数の光信号を非線形光学効果およびクロストークの発生を抑えて確実に合波することのできる低コストの光合波装置および光合波方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため本発明による光合波装置は、図1に示すように、波長の異なる複数の光信号を合波する光合波装置において、隣り合う波長についての直線偏波の方向を相違させて入力される複数の光信号のうちで、波長の長さに応じて順に付した波長番号が奇数に該当する各光信号を、各々の偏波状態を保持して合波する第1光合波手段1と、前記複数の光信号のうちで、前記波長番号が偶数に該当する各光信号を、各々の偏波状態を保持して合波する第2光合波手段2と、奇数番目の各波長を中心とする透過波長帯を含み、かつ、該各透過波長帯の帯域幅が前記第1光合波手段の有するフィルタ特性の当該帯域幅よりも狭いフ

フィルタ特性に従って、前記第 1 光合波手段 1 で合波された光信号をフィルタリングする第 1 入力部 3 A と、偶数番目の各波長を中心とする透過波長帯を含み、かつ、該各透過波長帯の帯域幅が前記第 2 光合波手段 2 の有するフィルタ特性の当該帯域幅よりも狭いフィルタ特性に従って、前記第 2 光合波手段 2 で合波された光信号をフィルタリングする第 2 入力部 3 B と、前記第 1 入力部 3 A から出力される光信号および前記第 2 入力部 3 B から出力される光信号を合波して出力する出力部 3 C と、を有する第 3 光合波手段 3 と、を備えて構成されるものである。

#### 【0011】

かかる構成では、隣り合う波長の偏波方向を相違させて入力される複数の光信号が、奇数波長の光信号および偶数波長の光信号に分けて第 1 光合波手段 1 および第 2 光合波手段 2 で偏波状態を保持しながらそれぞれ合波され、さらに、奇数波長および偶数波長の各光信号は、第 1、2 光合波手段 1、2 に比べてフィルタ特性のきれのよい第 3 光合波手段 3 で合波され、WDM 信号光として出力されるようになる。これにより、非線形光学効果の影響を低減し、かつ、クロストークの発生を抑えながら、波長間隔の狭い複数の光信号を確実に合波することが可能になる。

#### 【0012】

また、上記の光合波装置について、複数の光信号は、隣り合う波長についての直線偏波の方向を直交させて入力されるようにするのが好ましい。これにより、非線形光学効果の影響が確実に低減されるようになる。

#### 【0013】

さらに、上記光合波装置の具体的な構成としては、前記第 3 光合波手段 3 が、偏波状態を保持する機能を備えるようにしてもよい。このようにすることで、隣り合う波長の偏波方向をより確実に相違させた状態で、奇数波長および偶数波長の各光信号が合波されるようになる。

#### 【0014】

また、本発明による光合波方法は、波長の異なる複数の光信号を合波する光合波方法において、隣り合う波長についての直線偏波の方向を相違させた複数の光信号のうちで、波長の長さに応じて順に付した波長番号が奇数に該当する各光信



号を、各々の偏波状態を保持して合波する第1光合波過程と、前記複数の光信号のうちで、前記波長番号が偶数に該当する各光信号を、各々の偏波状態を保持して合波する第2光合波過程と、奇数番目の各波長を中心とする透過波長帯を含み、かつ、該各透過波長帯の帯域幅が前記第1光合波手段の有するフィルタ特性の当該帯域幅よりも狭いフィルタ特性に従って、前記第1光合波過程で合波された光信号をフィルタリングするとともに、偶数番目の各波長を中心とする透過波長帯を持ち、かつ、該各透過波長帯の帯域幅が前記第2光合波手段の有するフィルタ特性の当該帯域幅よりも狭いフィルタ特性に従って、前記第2光合波手段で合波された光信号をフィルタリングし、さらに、フィルタリングされた各光信号を合波して出力する第3光合波過程と、を含んでなるものである。

【0015】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図2は、本発明の実施形態にかかる光合波装置の構成を示す図である。

【0016】

図2において、本光合波装置は、例えば、入射される複数の波長（ここでは32波を想定し各波長を $\lambda_1 \sim \lambda_{32}$ とする）の光信号を各々の波長ごとに増幅する3段構成のインラインアンプ $4_{11} \sim 4_{132}$ ,  $4_{21} \sim 4_{232}$ ,  $4_{31} \sim 4_{332}$ と、2段目のインラインアンプ $4_{21} \sim 4_{232}$ および3段目のインラインアンプ $4_{31} \sim 4_{332}$ の間にそれぞれ接続された分散補償ファイバ（Dispersion Compensation Fiber以下DCFとする） $50_1 \sim 50_{32}$ と、奇数番目の波長 $\lambda_1, \dots, \lambda_{31}$ に対応した各インラインアンプ $4_{31}, \dots, 4_{331}$ から出力される光信号を合波する第1光合波手段1としてのアレイ導波路格子（AWG）10と、偶数番目の波長 $\lambda_2, \dots, \lambda_{32}$ に対応した各インラインアンプ $4_{32}, \dots, 4_{332}$ から出力される光信号を合波する第2光合波手段2としてのAWG20と、AWG10で合波された奇数波長の光信号およびAWG20で合波された偶数波長の光信号をさらに合波して波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{32}$ の波長多重（WDM）信号光を生成する第3光合波手段3としてのインターリーバー30と、該インターリーバー30から出力されるWDM信号光を増幅するインラインアンプ40と、を備えて構成される。なお、各符号に付

された添え字は波長番号に対応したものである。

【 0 0 1 7 】

本装置に入力される各波長の光信号は、図示しないが、例えば、各波長に対応した光送信器から送られる光信号や、光ネットワークに接続するADM (Add/Drop Multiplexer) 装置で分岐された各波長の光信号などとすることができる。また、各波長の光信号は、各々の偏波状態について、隣り合う波長間で直交偏波となるように本装置に入射される。ここでは、例えば図2に示したように、奇数波長の各光信号の直線偏波の方向が、伝搬方向に垂直な平面内で上下方向を向き、偶数波長の各光信号の直線偏波の方向が、伝搬方向に垂直な平面内で水平方向を向くように設定されている。入射光の波長間隔 (チャンネル間隔) は、例えば50 GHz (1.5  $\mu$ m帯において約0.4 nm) 等の非常に狭い間隔に設定されているものとする。

【 0 0 1 8 】

各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{32}$ に対応した各々のインラインアンプ $41_1 \sim 41_{32}$ ,  $42_1 \sim 42_{32}$ ,  $43_1 \sim 43_{32}$ は、入力される光信号を、その偏波状態を保持したまま所要のレベルまで増幅して出力する。なお、各インラインアンプに接続される光伝送路についても偏波保持機能を有するものとする。また、各波長について入力側に3段のインラインアンプを配置する構成としたが、入力側のインラインアンプの有無および段数は、本装置が適用されるシステムに応じて適宜に設定することができる。

【 0 0 1 9 】

各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{32}$ に対応した各々のDCF $50_1 \sim 50_{32}$ は、本装置に接続される光伝送路で発生する波長分散を補償するものであって、入力される光信号を、その偏波状態を保持したまま分散補償して出力するものである。なお、各DCF $50_1 \sim 50_{32}$ の配置は、上記の場所に限定されるものではなく、また、波長分散の補償が必要ない場合には各DCF $50_1 \sim 50_{32}$ を省略することも可能である。さらに、偏波保持機能を有する分散補償デバイスの使用が困難な場合には、インターリーパー30の出力側以降において偏波無依存型の分散補償デバイスにより分散補償を行うようにしても構わない。

## 【 0 0 2 0 】

各 AWG 1 0, 2 0 は、多光束干渉を利用して光信号の合分波を実現する公知の光デバイスである。ここでは、AWG 1 0 が、奇数波長  $\lambda_1, \dots, \lambda_{31}$  の各光信号にそれぞれ対応した入力ポートと 1 つの出力ポートとを有し、奇数波長の各光信号を偏波保持しながら合波して出力する。また、AWG 2 0 は、偶数波長  $\lambda_2, \dots, \lambda_{32}$  の各光信号にそれぞれ対応した入力ポートと 1 つの出力ポートとを有し、偶数波長の各光信号を偏波保持しながら合波して出力する。このような偏波保持型の AWG としては、例えば、複屈折率の大きな材料を用いて導波路を形成し偏波保持機能を実現させたものなどが好適である。

## 【 0 0 2 1 】

図 3 は、各 AWG 1 0, 2 0 の有するフィルタ特性の一例を示す図であって、(A) が AWG 1 0 についての特性 (B) が AWG 2 0 についての特性である。

図 3 (A) に示すように、AWG 1 0 は、奇数波長  $\lambda_1, \lambda_3, \dots$  に対応して透過率が極大となる周期的なフィルタ特性を有し、また、図 3 (B) に示すように、AWG 2 0 は、偶数波長  $\lambda_2, \lambda_4, \dots$  に対応して透過率が極大となる周期的なフィルタ特性を有する。

## 【 0 0 2 2 】

インターリーバー 3 0 は、2 つの入力ポート  $P_1, P_2$  と 1 つの出力ポート  $P_3$  を有し、各入力ポート  $P_1, P_2$  に対応して周期的なフィルタ特性を持つ光デバイスである。

## 【 0 0 2 3 】

図 4 は、インターリーバー 3 0 の各入力ポートに対応したフィルタ特性の一例を示す図であって、(A) が入力ポート  $P_1$  に対応した透過波長特性 (B) が入力ポート  $P_2$  に対応した透過波長特性である。

## 【 0 0 2 4 】

図 4 (A) に示すように、入力ポート  $P_1$  に対応したフィルタ特性は、奇数波長  $\lambda_1, \lambda_3, \dots$  に対応して透過率が極大となる周期的な特性を有し、各奇数波長を中心とする透過波長帯の帯域幅が、前述の図 3 (A) に示した AWG 1 0 のフィルタ特性における各透過波長帯の帯域幅よりも狭くなっている。また、図 4 (

B) に示すように、入力ポート  $P_2$  に対応したフィルタ特性は、偶数波長  $\lambda_2, \lambda_4, \dots$  に対応して透過率が極大となる周期的な特性を有し、各偶数波長を中心とする透過波長帯の帯域幅が、前述の図 3 (B) に示した AWG 20 のフィルタ特性における各透過波長帯の帯域幅よりも狭くなっている。

#### 【0025】

各入力ポート  $P_1, P_2$  に入力される奇数波長および偶数波長の各光信号は、上記のような特性に従ってフィルタリングされた後に合波されて、直交偏波の状態を保った WDM 信号光が出力ポート  $P_3$  から出力される。このインターリーバー 30 の入力ポート  $P_1, P_2$  に接続される各光伝送路は、偏波保持機能を有するものとする。また、インターリーバー 30 自体についても偏波保持機能を有するデバイスを使用するのが望ましい。ただし、インターリーバー 30 に入力される奇数波長および偶数波長の各光信号の直交偏波状態が確実に保持されている場合には、偏波無依存型のデバイスを適用することも可能である。

#### 【0026】

各 AWG 10, 20 からそれぞれ出力される奇数波長および偶数波長の各光信号をインターリーバー 30 により合波することの利点は、上記の図 4 に示したようなきれいの良いフィルタ特性を組み合わせることで各光信号をフィルタリングすることによって、波長間隔の非常に狭い光信号をクロストークの発生を抑圧しながら合波できることにある。図 4 に示したようなフィルタ特性を実現する具体的な一例としては、文献：ディンゲル・ベンジャミン他、「マイケルソン GT 干渉計 (MGTI) を用いる多機能光フィルター」, 信学技報 OCS97-50, P.67-72, 1997. 等で提案された技術がある。ここでは、その概略について簡単に説明する。

#### 【0027】

上記文献の MGTI を用いた多機能光フィルターは、図 5 の構成図に示すように、典型的なマイケルソン干渉計について、1 つの反射鏡を Gires-Tournois 共振器 (Gires-Tournois resonator 以下 GTR とする) で代替した構成を有するものである。GTR は、基本的に、無損失で非対称なファブリ・ペロー共振器であって、部分反射ミラー  $M1$  および全反射ミラー  $M2$  を有する共振器である。このような構成の光フィルターでは、入射光  $E_{inc}$  がビームスプリッター BS で 2 つの

光線 B 1, B 2 に分離され、干渉計の 2 つの光路 (光路長  $L_1$ ,  $L_2$ ) をそれぞれ伝搬し、全反射ミラー M 3 で反射された光線 B 1 と G T R で反射された光線 B 2 とが、ビームスプリッター B S で干渉合波されて出射光  $E_{trans}$  となる。これにより、典型的なファブリ・ペロー型フィルターと比較して、 $1/2$  のスペクトル線幅を持つような急峻な透過波長特性が実現されるようになる。

#### 【 0 0 2 8 】

なお、インターリーバー 3 0 の具体的な構成は、上記のような M G T I を用いたものに限定されるものではない。例えば、マッハ・ツェンダー干渉計を応用したものや、ファイバグレーティングを用いて構成したものなどとすることも可能である。また、奇数波長および偶数波長の各光信号を合波する光デバイスとしては、インターリーバーに限らず、前述したような機能的特徴を備えた公知の光デバイスを利用してもよい。

#### 【 0 0 2 9 】

インラインアンプ 4 0 は、インターリーバー 3 0 から出力される波長  $\lambda_1 \sim \lambda_{32}$  の光信号を含んだ WDM 信号光を所要のレベルまで一括して増幅する公知の光増幅器である。このインラインアンプ 4 0 で増幅された WDM 信号光が、中継局や受信端局等に接続する光回線網などに送られる。なお、インターリーバー 3 0 の出力ポート以降に接続される光デバイスについては、偏波無依存型のものを用いることができる。また、ここでは、インターリーバー 3 0 で合波された WDM 信号光を 1 段のインラインアンプで一括増幅した後に光回線網などに送出する構成としたが、出力側のインラインアンプの有無および段数は、本装置が適用されるシステムに応じて適宜に設定することができる。

#### 【 0 0 3 0 】

上記のような構成を有する光合波装置では、波長  $\lambda_1 \sim \lambda_{32}$  の各光信号が隣り合う波長について直交偏波に保持された状態で入力されると、それらの各光信号が増幅および分散補償された後に、奇数波長および偶数波長に区別されて 2 つの A W G 1 0, 2 0 により個別に合波される。そして、各 A W G 1 0, 2 0 で合波された奇数波長および偶数波長の各光信号は、さらに、インターリーバー 3 0 により合波された後、所要のレベルまで増幅されて出力される。

## 【 0 0 3 1 】

上記のように直交偏波の状態に保持された複数の光信号を、まず、奇数波長および偶数波長に分けて合波するようにしたことで、波長間隔が 5 0 G H z 等といったような非常に狭い間隔に設定された場合でも、2 倍の波長間隔 ( 1 0 0 G H z ) に対応した既存の A W G を用いることができる。また、各 A W G 1 0 , 2 0 の機能として偏波保持が要求されるが、各々の A W G 1 0 , 2 0 で合波される各光信号の偏波方向は一方向に揃っているため、上述したように、例えば複屈折率の大きな材料を用いて A W G 1 0 , 2 0 の各導波路を形成すれば容易に偏波保持機能を実現できるので、低コストの A W G 1 0 , 2 0 を利用することが可能である。一方、多光束干渉を利用した A W G のフィルタ特性のきれは十分ではないため、各 A W G 1 0 , 2 0 で合波された光信号を単に波長多重しただけではチャンネル間のクロストークが発生する可能性が高い。そこで、各 A W G 1 0 , 2 0 よりもフィルタ特性のきれのよいインターリーバー 3 0 を利用して、奇数波長および偶数波長の各光信号を合波することにより、本装置はクロストークの発生を抑圧している。

## 【 0 0 3 2 】

上記のような A W G 1 0 , 2 0 とインターリーバー 3 0 の組み合わせにより、非線形光学効果の影響を低減し、かつ、クロストークの発生を抑えて、波長間隔の狭い複数の光信号を確実に合波することが可能になる。このような光合波装置にあっては、システムのアップグレード等を行う場合に、奇数波長の光信号と偶数波長の光信号とに分けてチャンネルの増減設を行うことが可能であり利便性に優れている。

## 【 0 0 3 3 】

なお、上述した実施形態では、波長多重数を 3 2 波とし波長間隔を 5 0 G H z に設定したが、本発明はこれに限られるものではない。また、波長帯域を 1 . 5  $\mu$  m 帯として説明を行ったが、本発明は他の波長帯域の光信号を合波する場合にも適用可能である。

## 【 0 0 3 4 】

## 【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明の光合波装置および光合波方法は、隣り合う波長についての直線偏波の方向を相違させて入力される複数の光信号を、奇数波長の光信号および偶数波長の光信号に分けて、第1光合波手段および第2光合波手段で偏波状態を保持しながら合波し、さらに、それらの光信号をフィルタ特性のきれのよい第3光合波手段で合波するようにしたことで、非線形光学効果の影響を低減し、かつ、クロストークの発生を抑えながら、波長間隔の狭い複数の光信号を確実に合波することができる。また、複数の光信号について、隣り合う波長についての直線偏波の方向を直交させるようにすれば、非線形光学効果の影響をより確実に低減することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光合波装置の基本構成を示す図である。

【図2】本発明の実施形態にかかる光合波装置の構成を示すブロック図である。

【図3】同上実施形態で用いられるAWGのフィルタ特性を示す図であって、(A)は奇数波長側のAWGの特性、(B)は偶数波長側のAWGの特性である。

【図4】同上実施形態で用いられるインターリーバーの各入力ポートに対応したフィルタ特性を示す図であって、(A)は奇数波長側の入力ポートに対応した特性、(B)は偶数波長側の入力ポート対応した特性である。

【図5】同上実施形態で用いられるインターリーバーのフィルタ特性を実現するための具体的な一例を示す構成図である。

【符号の説明】

- 1 … 第1光合波手段
- 2 … 第2光合波手段
- 3 … 第3光合波手段
- 3 A … 第1入力部
- 3 B … 第2入力部
- 3 C … 出力部
- 1 0, 2 0 … アレイ導波路格子 (AWG)

3 0 … インターリーバー

4 0, 4 1<sub>1</sub> ~ 4 1<sub>32</sub>, 4 2<sub>1</sub> ~ 4 2<sub>32</sub>, 4 3<sub>1</sub> ~ 4 3<sub>32</sub> … インラインアンプ

5 0<sub>1</sub> ~ 5 0<sub>32</sub> … 分散補償ファイバ (D C F)

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> … 入力ポート

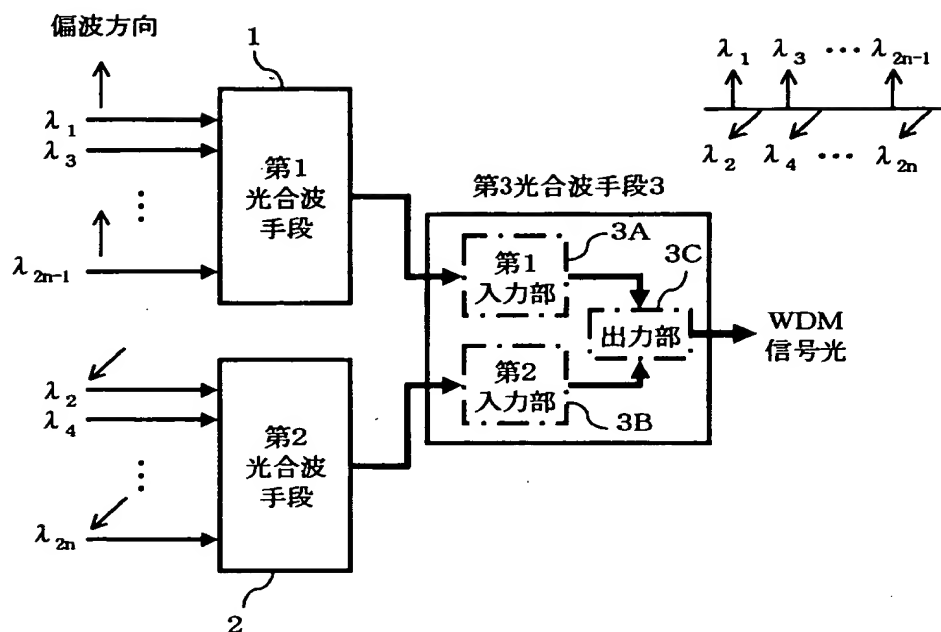
P<sub>3</sub> … 出力ポート

$\lambda_1 \sim \lambda_{32}$  … 波長

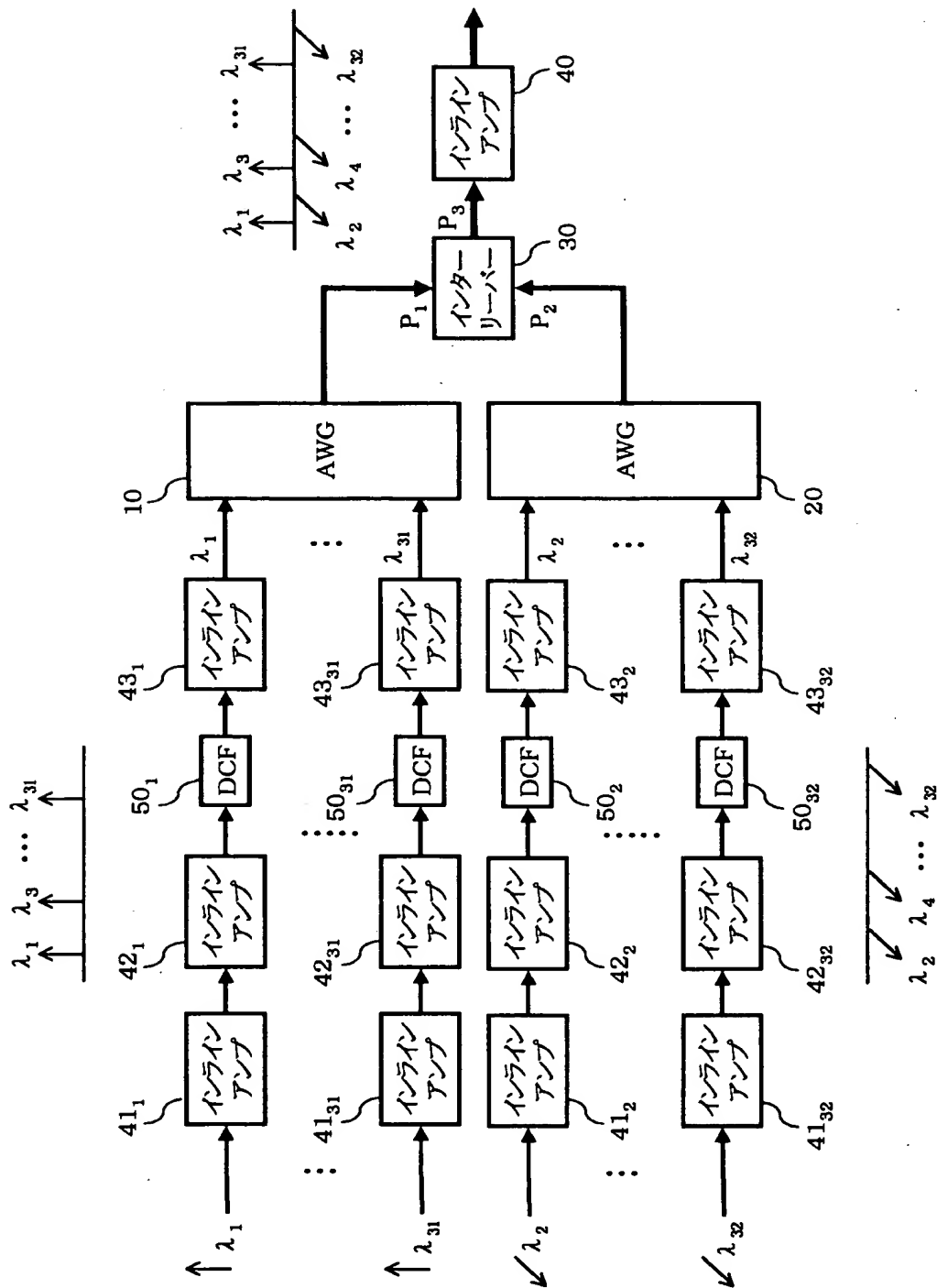


【書類名】 図面

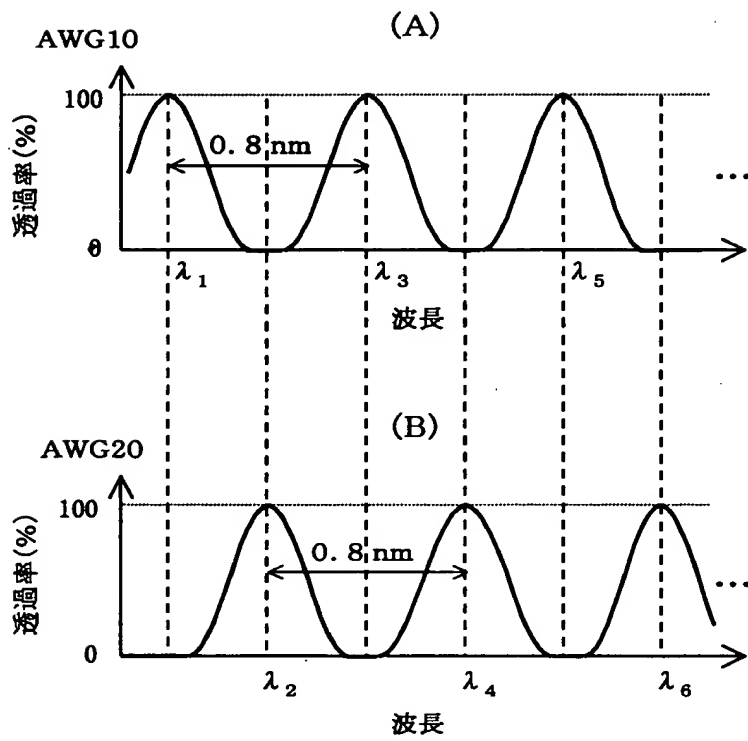
【図 1】



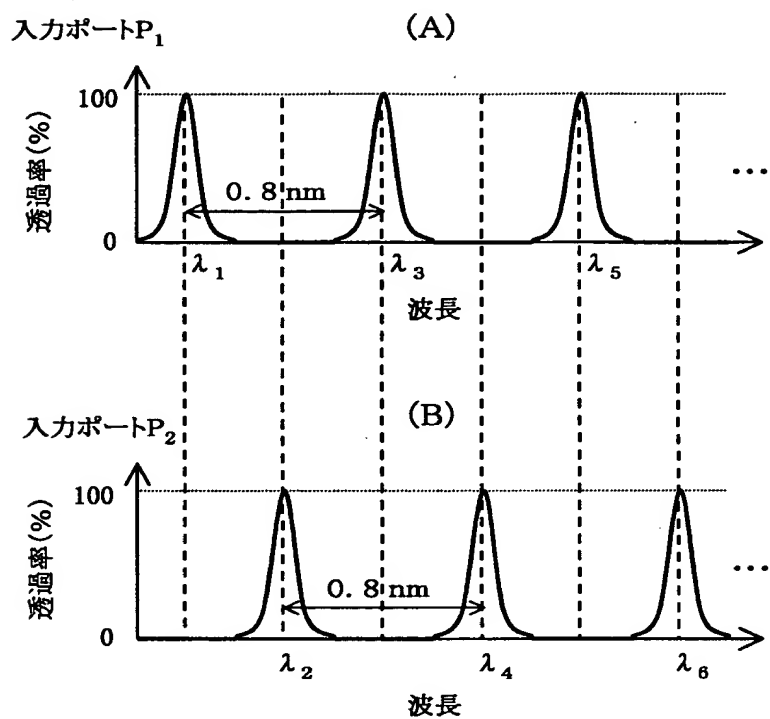
【図 2】



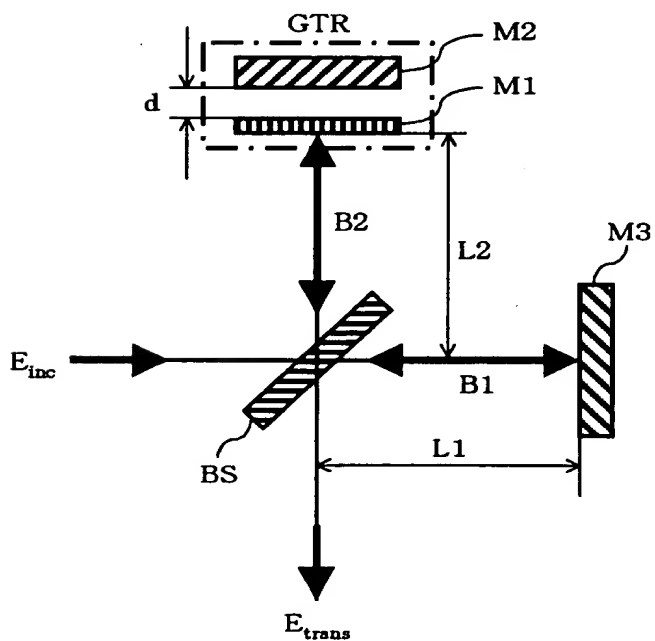
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長間隔の狭い複数の光信号を非線形光学効果およびクロストークの発生を抑えて確実に合波することのできる低コストの光合波装置および光合波方法を提供する。

【解決手段】 本発明の光合波装置は、隣り合う波長についての直線偏波の方向を相違させて入力される複数の光信号のうちで波長番号が奇数の光信号を偏波保持して合波する第 1 光合波手段 1 と、波長番号が偶数の光信号を偏波保持して合波する第 2 光合波手段 2 と、第 1、2 光合波手段 1，2 で合波された各光信号をきれのよいフィルタ特性の第 1、2 入力部 3 A，3 B を介して出力部 3 B で合波し WDM 信号光を出力する第 3 光合波手段 3 と、を備えて構成される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社